



La distribuzione areale della vegetazione come indicatore dell'attività esalativa: considerazioni vulcanologiche preliminari

Paolo Madonia*

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo, Via Ugo La Malfa 153, 90146 Palermo

Abstract

I vulcani a condotto chiuso, tra i quali si annoverano il Complesso Somma- Vesuvio in Campania e il cratere de “La Fossa” nell’Isola di Vulcano (Eolie, ME), sono spesso caratterizzati da attività fumarolica per lo più concentrata nelle aree intra- e peri-crateriche. Il componente principale dei fluidi fumarolici è il vapore acqueo, che spesso è associato a composti acidi (HCl, HF, H₂S) in proporzioni variabili e dipendenti dallo stato di attività del vulcano. Anche le temperature delle emissioni variano considerevolmente, con estremi che vanno dalla condensazione dell’acqua nel suolo a poche decine di °C sino all’emissione in atmosfera di vapore surriscaldato a diverse centinaia di °C. Le differenti composizioni chimiche e temperature delle aree esalanti possono quindi influenzare la distribuzione areale della vegetazione. L’esistenza di una relazione tra lo stato di salute e/o la presenza di vegetazione in aree vulcaniche italiane sembra confermata da osservazioni preliminari condotte sul M. Vesuvio e nell’Isola di Vulcano. In quest’ultima si sono osservate variazioni significative nel corso di un episodio di incremento dell’attività (unrest vulcanico) che ha avuto inizio nel Novembre 2004 ed è tuttora in corso. La identificazione di markers vegetali dell’attività esalativa, e la loro mappatura dinamica nel tempo, potrebbero quindi fornire informazioni utili a definire lo stato di attività di un vulcano a condotto chiuso. © 2005 SItE. All rights reserved

Keywords: Fumarola, Suolo, Temperatura, Vegetazione, Vulcano;

1. Introduzione

I vulcani a condotto chiuso, tra i quali si annoverano il Complesso Somma- Vesuvio in Campania e il cratere de “La Fossa” nell’Isola di Vulcano (Eolie, ME), sono spesso caratterizzati da attività fumarolica per lo più concentrata nelle aree intra- e peri-crateriche.

Il componente principale dei fluidi fumarolici è il vapore acqueo, che spesso è associato a composti

acidi (HCl, HF, H₂S) in proporzioni variabili e dipendenti dallo stato di attività del vulcano.

Anche le temperature delle emissioni variano considerevolmente, con estremi che vanno dalla condensazione dell’acqua nel suolo a poche decine di °C sino all’emissione in atmosfera di vapore surriscaldato a diverse centinaia di °C.

Le differenti composizioni chimiche e temperature delle aree esalanti possono quindi influenzare sia la distribuzione areale sia lo stato di salute della vegetazione, come ad esempio osservato ai primi del XX secolo sull’Etna (Platania, 1914), ovvero più

* Corresponding author. Tel.: +39-0916809451; fax: +39-091-6809449; e-mail: p.madonia@pa.ingv.it.

recentemente in aree vulcaniche delle Mammoth Mountain (USGS, 2000).

La distribuzione spaziale della vegetazione e le sue variazioni temporali potrebbero offrire, nel monitoraggio dell'attività vulcanica, le medesime potenzialità già consolidate in altre applicazioni, come ad esempio la verifica della qualità delle acque mediante la determinazione della macrofauna invertebrata.

Nel presente lavoro, traendo spunto da quanto osservato durante la recente crisi che, iniziata nell'autunno 2004, sta ancora caratterizzando l'Isola di Vulcano (Eolie, ME), attraverso il confronto con il Vesuvio, caratterizzato invece da un livello molto basso e stabile di attività fumarolica, vengono forniti i risultati di alcune osservazioni preliminari che sembrerebbero confermare le potenzialità dell'utilizzo della distribuzione della vegetazione come bioindicatore del livello di attività in un vulcano a condotto chiuso.

2. Attività vulcanica e distribuzione della vegetazione sul cratere del Vesuvio

Il complesso vulcanico Monte Somma- Monte Vesuvio a partire dall'ultima eruzione, avvenuta nel 1944, è caratterizzato da una blanda attività fumarolica per lo più concentrata sul bordo interno ed al fondo del cratere sommitale.

I gas, emessi a temperature inferiori ai 100°C, sono caratterizzati da una forte dominanza del vapore acqueo e, secondariamente, dell'anidride carbonica; è inoltre presente una modesta quantità di H₂S. (Chiodini et al., 2001).

I prodotti vulcanici che costituiscono l'edificio del Somma-Vesuvio presentano elevate caratteristiche di permeabilità, per cui l'acqua piovana tende ad infiltrarsi rapidamente nel sottosuolo. Le aree sommitali si configurano quindi come molto aride e quindi in condizioni fortemente limitanti per lo sviluppo della vegetazione.

Di contro, attorno alle fumarole attive all'interno e sui bordi del Gran Cono del Vesuvio, sono presenti associazioni vegetali pioniere di briofite (Fig.1), associate a formazioni erbacee cosiddette "umide", la cui sopravvivenza è assicurata dagli apporti, seppur minimi, di calore e di acqua juvenile sotto forma di

vapore condensato (Madonia et alii, 2003). Il flusso di calore associato alla risalita di fluidi crea pertanto condizioni microclimatiche favorevoli alla colonizzazione vegetale.



Figura 1: Associazioni vegetali tipiche delle aree fumarolizzate del Vesuvio (fonte fotografica: Parco Nazionale del Vesuvio).

Il basso livello di attività vulcanica consente inoltre l'attecchimento di vegetazione superiore anche nelle aree sommitali, come testimoniato dal rimboscimento a conifere che si propaga sino all'orlo del cratere.

La presenza di vegetazione superiore è riscontrata anche sul fondo del cratere, dove le aree fumarolizzate sono limitate a superfici isolate di pochi metri quadrati. Le aree nude sono più che altro legate ai fenomeni di crollo, che caratterizzano diffusamente soprattutto i fianchi interni settentrionale ed orientale del cratere, alla base dei quali si deposita continuamente il materiale interessato dai fenomeni gravitativi, impedendo l'attecchimento della vegetazione.

3. Attività vulcanica e distribuzione della vegetazione sul cratere “La Fossa” dell’Isola di Vulcano

Il cratere “La Fossa” nell’Isola di Vulcano (Eolie, ME) a partire dall’ultimo ciclo eruttivo, conclusosi nel 1890, è caratterizzato da una intensa attività fumarolica per lo più concentrata sul fianco interno settentrionale del cratere (Barberi et al., 1991).

Rispetto al Vesuvio le esalazioni fumaroliche sono molto più intense, in termini di estensione delle aree interessate, delle intensità di flusso, delle temperature e del chimismo delle specie gassose.

L’attività vulcanica subisce periodicamente episodi di recrudescenza (unrest vulcanico), i più recenti dei quali sono avvenuti nel 1988, 1996 e 2004 (quest’ultimo ad oggi in corso).

Durante tali episodi le temperature massime dei gas emessi passano da circa 400°C ad oltre 600°C. Anche le composizioni subiscono notevoli variazioni, divenendo estremamente più acide (Tab.1, fonte dati INGV-PA).

Tabella 1. Composizione percentuale dei gas fumarolici emessi nell’area del cratere “La Fossa” nell’Isola di Vulcano; vengono paragonati i livelli di bassa ed alta attività vulcanica.

Specie	Attività bassa	Attività alta
H ₂ O	93%	85.5%
CO ₂	5.7%	12.7%
H ₂ S, HCl, HF, CO, H ₂	1.3%	1.8%

La presenza diffusa di vaste aree con temperature anche parecchio superiori ai 100°C e di composti acidi o asfissianti, come l’anidride carbonica, rende praticamente impossibile l’attecchimento di qualsiasi forma di vegetazione all’interno del cratere.

Il bordo esterno del cratere costituisce un vero e proprio spartiacque per la crescita della vegetazione. I radi esemplari di cisto (*Cistus salvifolius*), che costituisce la specie vegetale più diffusa nell’isola, presenti sull’orlo craterico mostrano chiaramente uno stato di sofferenza (Fig.2) nelle parti sopravento direttamente esposte alle emanazioni fumaroliche.



Figura 2: Esemplare di cisto (*Cistus salvifolius*) con la parte sopravento danneggiata dalle emanazioni fumaroliche.

La successiva Fig.3 mostra una panoramica del versante settentrionale del cratere di “La Fossa”, ripreso dall’Isola di Lipari. Le zone evidenziate mostrano i diversi effetti prodotti sulla vegetazione dall’attività vulcanica, ed in particolare:

- Limite pseudo-altitudinale della vegetazione che identifica il confine dell’area sommitale fumarolizzata;
- Crateri della Forgia Vecchia, formati in seguito ad una esplosione freatica (vaporizzazione improvvisa di acqua allo stato liquido), nei fianchi dei quali l’assenza di vegetazione è dovuta esclusivamente a fattori morfologici, ossia la pendenza troppo elevata. La mancanza di effetti vulcanici è rimarcata dal fondo, completamente ricoperto da vegetazione, caratterizzata come nel resto dell’isola dall’associazione cisto-ginestra.
- Colata ossidianacea delle Pietre Cotte. Nonostante la presenza di un substrato roccioso fortemente ostile all’attecchimento della vegetazione, in quanto costituito da una breccia ossidianacea cementata da un crostone superficiale molto duro e poco fratturato, la macchia mediterranea ricopre interamente la sua superficie.
- Depositi sciolti afferibili al ciclo eruttivo del 1898-1890. L’elevata erosione dovuta alla incoerenza di questi prodotti vulcanici rende impossibile l’attecchimento della vegetazione, nonostante ci si trovi in un’area lontana e sopravento rispetto al campo fumarolico principale.



Figura 3: Versante settentrionale del cratere di "La Fossa" a Vulcano: effetti dell'attività vulcanica sulla distribuzione della vegetazione.

Quanto appena mostrato ed illustrato evidenzia come la distribuzione della vegetazione sul cratere di La Fossa sia comunque legata a fenomeni peculiari della morfogenesi vulcanica. Se consideriamo la distribuzione della vegetazione in uno spazio a quattro dimensioni, inserendo anche la variabile temporale, possiamo inoltre ottenere utili informazioni in merito alla dinamica dell'attività vulcanica.

Come già accennato in precedenza, il cratere di La Fossa è soggetto a periodici incrementi dell'attività vulcanica, l'ultimo dei quali ha avuto inizio a novembre 2004 e, se pur con fasi alterne, è ancora in corso. Tali crisi vulcaniche vengono caratterizzate, oltre che da variazioni notevoli nella temperatura e nel chimismo delle fumarole, in un generale aumento di flusso dei gas vulcanici, che comporta una estensione areale del campo fumarolico.

Osservazioni di campo condotte prima di questo episodio (aprile 2004) avevano portato alla identificazione di sporadici esemplari di *Rumex bucephalophorus*, specie acidofila normalmente presente nelle Isole Eolie, all'interno del cratere ed in particolare sul fianco sud. Tali esemplari crescevano in corrispondenza di fumarole di bassa temperatura, a vapore acqueo prevalente, che riproducevano le stesse condizioni già viste sul Vesuvio, favorendo quindi l'attecchimento della vegetazione. Ulteriori sopralluoghi avvenuti a fine dicembre 2004, circa 2 mesi dopo l'inizio dell'episodio di *unrest* vulcanico, hanno evidenziato la totale scomparsa degli esemplari prima osservati, in quanto le temperature superficiali del suolo erano nel frattempo aumentate da 30 °C ad oltre 50°C. Inoltre, diversi esemplari di *Cisto* precedentemente osservati sempre all'interno del cratere, ma sul fianco nord-occidentale, risultavano completamente bruciati dalle emanazioni

fumaroliche. In questo caso non si riscontravano anomalie termiche del suolo.

Lo spostamento secondo una direzione radiale rispetto al centro del cratere del limite della vegetazione sembra pertanto essere direttamente legato alla dinamica spazio-temporale dell'attività esalativa, a sua volta dipendente dallo stato di attività del sistema vulcanico.

Tale osservazione preliminare sembra pertanto indicare che la distribuzione di particolari specie vegetali possa potenzialmente costituire un *biomarker* dell'attività vulcanica, anche se allo stato attuale, essendo l'episodio di *unrest* ancora in corso, non è possibile avere informazioni relative alla dinamica temporale della ricolonizzazione degli ambienti.

Il rapporto diretto tra attività esalativa e presenza di vegetazione viene inoltre confermato da ulteriori osservazioni condotte anche al di fuori dell'area craterica. Nell'area portuale di Vulcano sono infatti presenti due faraglioni, il più orientale dei quali si ubica nelle immediate vicinanze di un'area con intensa attività fumarolica anche subacquea.

Come illustrato nelle figure 4a e 4b, ad assoluta parità di fattori morfo-litologici, la presenza delle fumarole impedisce del tutto l'attecchimento della vegetazione.

Si faccia riferimento alla successiva carta illustrata in Fig.5 per l'ubicazione delle foto e dei siti discussi nel presente capitolo.

4. Conclusioni

Nei vulcani a condotto chiuso le differenti composizioni chimiche e temperature delle aree esalanti possono influenzare sia la distribuzione areale sia lo stato di salute della vegetazione.

Il monitoraggio dei flussi di materia ed energia attraverso il suolo ed in atmosfera costituisce una delle principali metodologie oggi utilizzate nel campo della sorveglianza vulcanica. Le problematiche principali, relative all'interpretazione di tali dati, si riferiscono alla loro elevata variabilità spazio-temporale ed alle caratteristiche di transiente che possono caratterizzare gli episodi di variazione.

L'utilizzo della distribuzione della vegetazione e la sua evoluzione dinamica nel tempo potrebbe

offrire le medesime potenzialità già consolidate in altre applicazioni, come ad esempio la verifica della qualità delle acque mediante la determinazione della macrofauna invertebrata. Tale bioindicatore a larga distribuzione spaziale potrebbe quindi rappresentare uno strumento complementare per una corretta valutazione delle fasi evolutive dell'attività vulcanica.

Le osservazioni preliminari condotte nel corso di un modesto episodio di crisi vulcanica, che attualmente interessa il cratere di "La Fossa" nell'Isola di Vulcano, sembrano fornire risultati incoraggianti rispetto a tale problematica.



Figure 4a (sopra) e 4b (sotto): Faraglione occidentale (a) ed orientale (b) dell'area portuale nell'Isola di Vulcano. Ad assoluta equivalenza di condizioni morfo-litologiche tra i due, la prossimità del secondo ad aree fumarolizzate impedisce totalmente l'attecchimento della vegetazione, la cui assenza diventa quindi un indicatore dell'attività vulcanica.

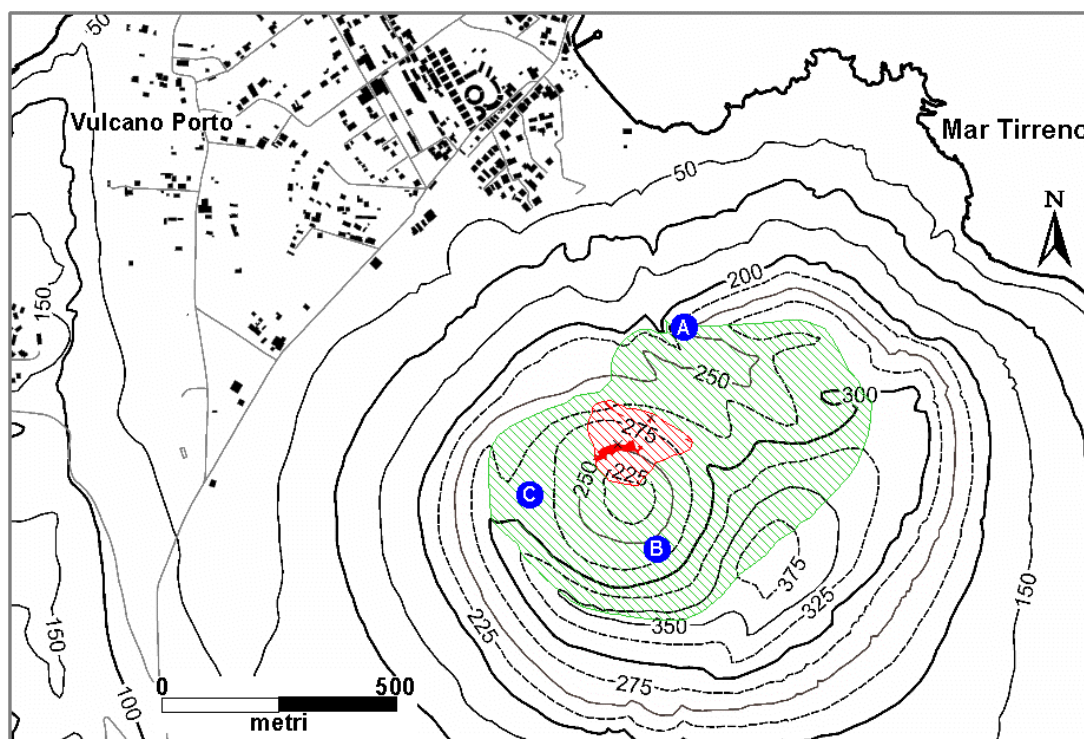


Figura 5: Carta topografica del cratere di “La Fossa” nell’Isola di Vulcano riportante le aree fumarolizzate (rosso), la zona priva di vegetazione (verde) e le ubicazioni della foto 2 (a), degli esemplari di *Rumex bucephalophorus* (b) e di *Cistus salvifolius* (c) rinvenuti internamente al cratere.

Una migliore valutazione delle potenzialità di tale metodologia potrà essere effettuata al termine dell’attuale periodo di crisi, valutando se i tempi necessari per la ricolonizzazione delle aree attualmente abbandonate dalla vegetazione hanno una dinamica più o meno rapida rispetto ai tempi di ritorno delle crisi vulcaniche, che nel caso specifico dell’Isola di Vulcano è valutabile in 8 anni circa.

abiotiche negli ecosistemi vulcanici. *S.It.E. Atti*, **27**, CD allegato, Como.

Platania, G. (1914). Su l’emanazione di anidride carbonica nel fianco orientale dell’Etna. *Pubblicazioni dell’Istituto di geografia fisica e vulcanologia della Regia Università di Catania*, **1**, 3-7, Catania.

USGS, (2000). Invisible CO₂ gas killing trees at Mammoth Mountain, California. *USGS Fact Sheet*, **172-96**, version 2.0, revised June 2000, USA.

Referenze

- Chiodini G., Marini L., Russo M. (2001) Geochemical evidence for the existence of high-temperature hydrothermal brines at Vesuvio volcano, Italy. *Geochim. Cosmochim. Acta* **65**, 2129-2147.
- Barberi, F., Neri, G., Valenza, M., Villari, L. (1991). 1987 – 1990 unrest at Vulcano. *Acta Vulcanologica*, **1**, 95-105, Pisa.
- Madonia, P., Barile, R., Conti, P., Giugliano, P. (2004). Valutazione delle interazioni tra le componenti biotiche ed